

結合 DSP C40 處理器之車牌自動辨識系統的研究與發展

A Study of Automatic Car Plate Recognition Using DSP C40 Processor

計畫編號：NSC 87-2213-E-032-018

執行期限：86 年 8 月 1 日至 87 年 7 月 31 日

主持人：謝景棠——私立淡江大學電機工程學系

E-mail：hsieh@ee.tku.edu.tw

中文摘要：

本計畫提出了一套快速的車牌辨識系統。在車牌定位方面，我們利用索貝爾（Sobel）濾波器對原影像做垂直邊緣的強化，再利用車牌明暗變化強烈之特性，找出影像中局部變化最明顯的位置即為車牌位置。在初步找出車牌位置後，我們將局部區域影像二值化，並利用連接元件標示技巧及車牌字元特徵找出車牌號碼。最後本計畫再以非線性的邊緣強化演算法找出字元之方向性特徵並利用改良式學習向量量化（LVQ）類神經網路作為辨識的架構。經實驗顯示，本計畫所提方法的車牌定位率高達 99.3%，而利用方向性特徵及 LVQ 做車牌號碼之字元辨識率高達 98.6%，最後對於整體車牌亦可達到 83% 的辨識率。

關鍵詞：索貝爾濾波器、連接元件標示、非線性邊緣強化、學習向量量化

Abstract

This project proposes a high speed car plate recognition system. First we utilize Sobel filter for enhancement vertical edges of the input image and then find the local area of car plate according to the constraint

phenomenon. After above process, we translate the local area into bilevel image and then use connected components label and characteristic of character to find car plate numbers. Finally, this project uses nonlinear edge enhancement algorithm to calculate the direction features of character and uses improving learning vector quantization (LVQ) neural network as the recognition structure. The system has showed the following performances (on average) on real-word data: successful plate location about 99.3%, successful character recognition about 98.6% successful recognition of complete car plates about 83%.

Keywords: Sobel filter、Connected components label、Nonlinear edges enhancement、Learning vector quantization.

二、研究目的與方法

本研究計劃之目的在於以 DSP C40 數位訊號處理器應用於停車場管理、查緝贓車及自動收費等之車牌自動辨識系統。在車牌定位方面，我們先將輸入之影像以 Sobel 濾波器強化垂直邊緣，再以搜尋的方式找出影像中明暗變化最為明顯的局部區

塊即為車牌所在位置。在找出車牌之局部區塊後，我們以此局部區塊之影像濃度分佈圖曲線為依據，利用統計學原理找出最佳的臨界值，對此局部區塊做二值化處理，經過二值化後的影像，我們再以連接元件標示技巧，將區塊內各個獨立的影像（物件）做標碼的工作，影像在經過標示後，我們即可利用車牌號碼字元的特徵及其長寬比例做為我們初步篩選的準則；影像在經過篩選後，若發現所找出的車牌號碼個數少於設定的數目時，我們便可推斷在標示的物件中，必存在著車牌號碼相連或者是車牌號碼與外圍邊界相連的情況，當發生此一情形時，我們可利用未被篩選物件的位置、長寬及投影量等進行影像的切割工作，以使得篩選的物件達到設定車牌號碼數的要求。由於車牌號碼字型樣式固定，因此在影像正規化處理上，本系統採用線性正規化：

$$G(x, y) = F\left(\frac{N_x * x}{M}, \frac{N_y * y}{M}\right)$$

其中 $G(x, y)$, $(x, y=1, 2 \dots M)$ 為新作標圖形，而 $F(x, y)$, $(x=1, 2 \dots N_x, y=1, 2 \dots N_y)$ 表示舊作標圖形。影像在經過第一階段的前置處理後（包括：定位、二值化、標示、切割及正規化），便可進行第二階段的字元特徵萃取並進行類神經網路的學習與測試等工作。在特徵萃取上，本系統採用方向性特徵非線性的邊緣強化演算法，此種方向性特徵主要是記錄水平、垂直、左斜、右斜等四個方向的傾斜率：

$$P(i, j)_H = \max(|5S0-3T0|, |5S4-3T4|)$$

$$P(i, j)_V = \max(|5S2-3T2|, |5S6-3T6|)$$

$$P(i, j)_R = \max(|5S1-3T1|, |5S5-3T5|)$$

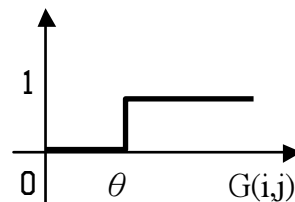
$$P(i, j)_L = \max(|5S3-3T3|, |5S7-3T7|)$$

其中

$$Sk = A_k + A_{k+1} + A_{k+2}$$

$$Tk = A_{k+3} + A_{k+4} + A_{k+5} + A_{k+6} + A_{k+7}$$

$P(i, j)$ 為圖素 (i, j) 的傾斜率，而 $A_k (k=0, 1, \dots, 7)$ 為圖素 (i, j) 左上方依順時針方向算起的八鄰域。為達到壓抑影像中雜訊所造成的影響，並有效地濾除“假設性”與錯誤的方向特徵，本系統將所有的方向性特徵透過如下的轉換函數進行處理：



其中 θ 為一預設之臨界值。

車牌號碼在經過上述方向性特徵萃取之後，最後再將每個字元的影像切割成 4×4 的影像，並將每一區塊內圖素之各方向特徵作統計，可得到一組 $4 \times 4 \times 4$ 維度的特徵向量；另外為了考慮字元筆劃結構和線條分佈的特性，本系統也採用將正規化字元圖檔直接作 4×4 均值化壓縮的作法，求得另一組全域性的向量值。最終的特徵向量即為四個方向性特徵結合全域區塊壓縮的共同組合。

為了要能使車牌辨識系統的性能獲得提高，除了必須要有精確的車牌定位及切割，良好的特徵萃取法則，並以最小的資料維度來記錄其具意義的圖素之外，另外我們也需要找尋一個強而有效的分類器做為系統的測試與應用。為了達到系統的要求，我們採用改良式的學習向量量化 (Learning Vector Quantization, LVQ) 網路做為辨認架構，它的特色就是除了分類正確的獲勝神經元會受到獎勵之外，對於分類錯誤的獲勝神經元也設計有懲罰的機置，並獎勵另一距離近且分類正確的獲勝神經元。

$$c_j = c_j + \alpha(t)[X - c_j]$$

$$c_i = c_i - \alpha(t)[X - c_i]$$

其中 $\alpha(t)$ 為小於 1 之遞減係數、 X 和 C_j 屬於相同類別， X 和 C_i 則屬於不同類別。

三、實驗結果

本系統的實驗資料來自於數位照相機，分別於早晨、中午、傍晚及地下停車場內拍攝，且無外加任何光源，資料為灰階影像，解析度為 640x480 像素。圖一所示為拍攝之原始影像，左上角車號則為車牌經定位、切割及正規化後所得的影像。圖二為影像經過索貝爾濾波器強化垂直邊緣後所得的影像。圖三則為辨識錯誤的影像，其原因在於影像反光所導致的結果。圖四為隨機摻雜 25% 混合型訊號的字元影像，當臨界值 $\theta=11$ 時過濾後所得到的方向性特徵。為了測試本系統的整體性能，我們利用 300 張數位相機所取得的影像做為測試樣本，經實驗後我們獲得下列的系統性能：(一) 車牌定位高達 99.3% 的正確率 (二) 車牌號碼經正確切割後，字元的辨識率亦高達 98.6% (三) 本系統對於整體車牌的辨識率為 83%。

四、結論

本計畫所提之車牌自動辨識系統，對於辨識錯誤的車輛，歸咎其原因在於影像的取得方式與外在環境的影響，諸如：車牌號碼剝落、污泥、天候以及照明的影響等，均易造成系統效能的降低，使得影像在切割上造成莫大的挑戰，而這也是車牌辨識系統所必須深入研究的一大課題。如何提高車牌辨識率及結合 DSP C40 處理器使系統具有即時性是本計畫第二年所要針

對的研究方向。



圖一



圖二



圖三



圖四

五、參考文獻

- [1] S.DRAGHICI, "A Neural Network Based Artificial Vision System For Licence Plate Recognition", Int. Journal of Neural Systems, Vol.8, No.1, pp.113-126, 1997.
- [2] Y.Zhong, K.Karu and A.K.Jain, "Locating text in complex color images," Pattern

- Recognition, Vol.28, no.10, pp. 1523-1535, 1995
- [3] E.R.Lee, P.K.Kim, and H.J.Kim, "Automatic Recognition of A Car License Plate using Color Image Processing," Proc. Of International Conference On Image Processing, Vol. 2, pp. 301-305, 1994.
- [4] J.S.Weska, "A survey of threshold selection techniques," Comput. Graph. Image Process 7, pp. 259-265. 1979.
- [5] P.Comelli, P. Ferragina and M.N.Granieri, "Optical Recognition of Motor Vehicle License Plates," IEEE. Trans on Vehicular Technology, Vol. 44, No. 4, pp.790-799, 1995.
- [6] O.D.Trier, A.K.Jain and T.Taxt, "Feature Extraction Methods for Character Recognition - A Survey," Pattern Recognition, Vol. 29, No. 4, pp. 641-662, 1996.
- [7] K.Fukui, "Edge Extraction Method Based on Separability of Image Features," IEICE. Trans. Inf & Syst. Vol. E78, No. 12, pp.1533-1538, 1995.
- [8] Y.Zhang, K.Shigeta and E.Shimizu, "Data Clustering Using the Concept of Psychological Potential Field," IEICE. Trans. Inf & Syst. Vol. E77-D, No. 11, pp.1198-1205, 1994.
- [9] A.S.Pandya and R.B.Macy. Pattern Recognition with Neural Networks in C++. CRC Press, Inc. 1996.
- [10] 李添貴, "車牌自動辨識系統", 機械工業雜誌, 75 年 5 月號。
- [11] 連國珍, "數位影像處理", 儒林圖書公司, 1992 年。
- [12] 王新成, "多媒體實用技術-影像分冊", 儒林圖書公司, 1996 年。